

PENAFSIRAN DATA TAHANAN-JENIS DIPOL-DIPOL DENGAN PEMODELAN DUA-DIMENSI METODE ELEMEN HINGGA, STUDI KASUS DI DAERAH PASIR PAKU, KABUPATEN LEBAK, JAWA BARAT

oleh,

Adi Wibowo J., Suparwoto, Sudiartono
Lab. Geofisika, FMIPA, UGM

ABSTRAK

Sigian geolistrik metode tahanan-jenis dipol-dipol telah dilakukan di daerah Pasir Paku, Kabupaten Lebak, Jawa Barat, pada tanggal 31 Agustus 1994 sampai dengan tanggal 6 Oktober 1994. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui daerah prospek mineralisasi yang diduga berkaitan erat dengan jalur urat kuarsa di daerah penelitian. Untuk maksud tersebut pengukuran dilakukan sebanyak 14 lintasan, dengan titik ukur masing-masing lintasan sebanyak 20 titik, dan jarak antar elektroda 50 meter.

Pemodelan dua-dimensi dengan menggunakan metode elemen hingga, serta dengan melibatkan unsur topografi, telah dilakukan terhadap beberapa lintasan prospektif. Penafsiran struktur bawahpermukaan serta implikasinya terhadap daerah daerah mineralisasi dilakukan berdasarkan hasil pada pemodelan tersebut.

Hasil pemodelan menunjukkan adanya blok-blok struktur dengan harga tahanan-jenis tinggi sampai sangat tinggi yang diduga berkaitan erat dengan tubuh intrusi diorit atau andesit yang mengandung rekahan-rekahan yang diisi oleh urat-urat kuarsa. Blok-blok tersebut diduga merupakan daerah prospek mineralisasi yang keberadaannya ditunjang oleh data geomagnet di daerah tersebut.

INTERPRETATION OF RESISTIVITY DIPOLE-DIPOLE DATA USING TWO DIMENSIONAL FINITE ELEMENT METHOD MODELING, A CASE STUDY IN PASIR PAKU AREA, KABUPATEN LEBAK, WEST JAVA

by,

Adi Wibowo J., Suparwoto, Sudiartono

ABSTRACT

A geoelectrical survey using resistivity dipole-dipole method was carried out at Pasir Paku area, Kabupaten Lebak, West Java from August, 31st to October, 6th 1994. The survey was conducted over 14 traverses with 20 sounding point within each traverse. The electrode space used in the dipole-dipole measurement is 50 meters. The objective of this survey is to figure out subsurface electrical resistivity distribution of mineralisation target area having relatively high to very high resistive anomaly. This target area are assumed to be closely related to quartz-veins bearing intrusive body.

Two dimensional modeling of dipole-dipole data using finite element method is performed in order to identify the lateral distribution of the subsurface electrical resistivity structure. The modeling is involving the effect of surficial topographic.

The result show that the model which contains of relatively high resistive anomalous blocks are recognized. This high resistive body is assumed to be correlated to dioritic or andesitic intrusive bodies which contain of gold-bearing quartz veins inside. This result has also good agreement with geomagnetic data obtained in the studied area.

I. PENDAHULUAN

Hampir sebagian besar pemodelan data tahanan-jenis mengabaikan pengaruh topografi atau menganggap bahwa permukaan topografi bumi adalah datar, padahal kenyataannya sigian tidak selalu dilakukan di daerah bertopografi datar. Ini mengakibatkan timbulnya kesulitan dalam penafsiran terhadap pemodelan yang menyebabkan ketidakakuratan penafsiran.

Tulisan ini akan menafsirkan data tahanan-jenis dipol-dipol yang dikumpulkan dari hasil pengukuran bersama tim sigian geofisika dari Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung, di daerah Pasir Paku, Desa Gunung Gede, Kabupaten Lebak, Jawa Barat. Sigian dilakukan dalam rangka Proyek Pelita. Pengumpulan data dilakukan tanggal 31 Agustus sampai dengan 6 Oktober 1994 dengan pemodelan.

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga dengan memperhitungkan pengaruh topografi dalam masukan data model. Data hasil pemodelan akan dibandingkan dengan data lapangan. Hasil pemodelan dan data lapangan akan mendasari penafsiran geologi bawah permukaan dan hubungannya dengan prospeksi cebakan emas di daerah penelitian.

II. SOLUSI ELEMEN HINGGA DUA-DIMENSI DALAM METODE TAHANAN-JENIS DIPOL-DIPOL

Metode elemen hingga adalah metode penyusunan suatu solusi pendekatan dari masalah nilai batas. Prinsip dasar metode ini adalah memperoleh suatu solusi pendekatan suatu masalah yang kompleks dengan mengubah menjadi masalah yang lebih sederhana. Oleh karenanya, suatu persamaan model dalam bentuk persamaan diferensial dapat diubah menjadi persamaan linier untuk mendapatkan penyelesaian yang lebih sederhana.

Dalam metode elemen hingga, daerah (*domain*) solusi yang ditinjau didekati sebagai daerah yang disusun oleh sejumlah daerah berhingga kecil (*subdomain*) yang saling berhimpit dan membentuk jaringan elemen dan titik-titik simpul (*node*). Proses pembagian daerah solusi menjadi daerah yang lebih kecil ini disebut diskritisasi. Sejumlah berhingga daerah kecil hasil diskritisasi akan memiliki bentuk geometri yang lebih sederhana dibanding daerah solusi yang disebut elemen hingga.

Langkah-langkah dalam metode elemen hingga secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Diskritisasi daerah solusi
2. Pemilihan fungsi pendekatan (interpolasi) untuk menggambarkan variasi fungsi keadaan dalam setiap elemen
3. Menurunkan persamaan elemen
4. Penentuan syarat batas
5. Penyusunan matrik elemen
6. Penyusunan matrik global
7. Penyelesaian sistem persamaan linier

III. GEOLOGI UMUM DAERAH PENYELIDIKAN

Lokasi penelitian secara administratif terletak di wilayah Desa Gunung Gede, Kecamatan Panggarangan, Kabupaten Lebak, Propinsi Jawa Barat, letaknya sekitar 90 kilometer di sebelah barat laut Pelabuhan Ratu dan dapat ditempuh dengan kendaraan sampai desa Babakan Hurugading, selanjutnya diteruskan dengan berjalan kaki kurang lebih 1 jam perjalanan.

Morfologi daerah penyelidikan secara umum adalah perbukitan terjal dan sedang terutama ditempati oleh satuan batuan gunung api tua dan batuan terobosan Diorit.

Secara umum daerah Pasir Paku didominasi oleh satuan batuan yang dikorelasikan dengan Formasi Andesit Tua Cikotok yang berumur Miosen. Jenis batuanannya terdiri dari tufa andesitik terubah (propilit), tufa terubah (terkersikkan - terargilitkan) dengan fragmen andesitik - basaltik dan satuan lava andesitik dan batu gamping. Urat-urat kuarsa di daerah Pasir Paku termasuk dalam Formasi Cikotok.

Secara regional struktur geologi daerah penelitian ditandai dengan sesar geser dan sesar normal berarah BD-TL dan U-S. Pola struktur sesar berhubungan erat dengan adanya urat-urat kuarsa, baik yang berupa jaringan-jaringan, barik-barik, ataupun jalur urat kuarsa utama.

Daerah Pasir Paku dianggap potensial bagi terjebakanya mineral-mineral bernilai ekonomi, karena daerah tersebut terletak dalam jalur patahan utara-selatan yang kaya akan retas-retas dioritik. Hal ini menunjukkan adanya sumber panas (*heat-source*) bagi cebakan mineral epitermal.

IV. DISAIN LAPANGAN, AKUISISI DAN PEMROSESAN DATA

Peralatan yang digunakan dalam survai adalah; Resistivitymeter EDA R2 Plus buatan Syscal, Perancis, multimeter, aki 12 Volt, elektroda arus dan elektroda potensial, kabel.

Luas daerah penyelidikan untuk sigian geofisika adalah $1 \times 1,95 \text{ km}^2$ yang terdiri dari 14 lintasan dengan jarak antar lintasan 150 meter, dan masing-masing lintasan panjangnya 1 km. Lintasan mempunyai arah barat-timur, dengan jarak antar elektroda 50 meter. Jumlah titik ukur untuk masing-masing lintasan adalah 20 titik.

Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah dipol-dipol. Susunan elektroda dipol-dipol dapat digunakan untuk mengetahui kedalaman semu, dalam studi kasus ini, untuk $n = 1$ sampai dengan $n = 4$.

Besar tahanan-jenis semu dapat dihitung dengan rumus

$$\rho = nx(n+1)(n+2)\pi \frac{\Delta V}{I} \quad (4.1)$$

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (4.2)$$

dimana K dalah konstanta yang bernilai $\pi nx(n+1)(n+2)$, n dalah bilangan konstanta untuk n_1, n_2, n_3, n_4 ; ΔV adalah beda potensial dalam Volt, I adalah arus dalam Ampere dan x adalah jarak elektroda dalam meter.

Hasil pengukuran tahanan-jenis dengan metode dipol-dipol di lapangan dihitung dengan cara manual dengan menggunakan persamaan (4.1) atau (4.2) dengan K masing-masing bernilai, $K_{n1} = 1424,5$; $K_{n2}=3769,9$; $K_{n3} = 9424,8$; $K_{n4} = 18.849,6$.

Hasil perhitungan berupa tahanan-jenis semu (*apparent resistivity*). Tahanan-jenis semu yang diperoleh dari perhitungan tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk penampang kedalaman semu (*pseudo-depth ection*). Selain ditampilkan dalam penampang kedalaman semu dari masing-masing lintasan, juga dibuat peta anomali tahanan-jenis secara horisontal untuk melihat penyebaran tahanan-jenis batuan secara lateral.

Dari data tahanan-jenis terukur di lapangan kemudian dilakukan pemodelan dalam dua-dimensi dengan menggunakan metode elemen hingga.

Masukan data dalam pemodelan dengan metode elemen hingga ini adalah karakteristik jaringan elemen yang meliputi jumlah titik simpul pada arah x dan z, koordinat elektroda pada x dan z, ukuran elemen, faktor geometri model untuk masing-masing n dan harga λ . Pada pemodelan ini digunakan 69×13 titik simpul. Model dengan jumlah titik simpul sebanyak ini dapat memodelkan berbagai problem geofisika pada umumnya, dan khususnya dapat memodelkan bentuk topografi dengan cukup baik (Rijo, 1977).

Dari kontur yang dihasilkan dari data lapangan didiskritisasi untuk mendapatkan harga-harga tahanan-jenis yang akan diagihkan ke dalam model.

Untuk suatu luasan kontur direpresentasikan dengan angka yang mewakili harga rata-rata tahanan-jenis di tempat tersebut.

Dari masing-masing elemen segi empat yang dibangun dari empat elemen segi tiga disusun dan dihitung suatu matrik 4×4 . Dari sini kemudian disusun matrik global.

Setelah matrik global disusun kemudian digabungkan dengan syarat batas Dirichlet di mana potensial di titik jauh adalah sama dengan nol. Matrik ini kemudian diselesaikan dengan metode eliminasi Gauss.

Langkah selanjutnya adalah menyelesaikan persamaan linier yaitu dengan invers transformasi Fourier dari fungsi potensial di kawasan λ . Dari sini didapat harga potensial di dalam koordinat (x, z) dan selanjutnya dipakai untuk menghitung respon tahanan-jenis.

Hasil perhitungan agihan tahanan-jenis tersebut ditunjukkan dalam penampang-semu tahanan-jenis semu dua dimensi. Kriteria pemilihan model menggunakan kriteria Fox dkk (1980). Dari hasil pemodelan ini kemudian dilakukan interpretasi.

V. HASIL DAN DISKUSI

Data lapangan yang sudah ditampilkan dalam bentuk penampang-semu tahanan-jenis semu (*apparent resistivity pseudo-section*) telah diinterpretasi. Dari interpretasi awal tersebut lintasan 2, lintasan 8, lintasan 12, dan lintasan 13 menarik untuk dicermati dan perlu dilakukan penelitian lebih rinci di daerah tersebut. Pada lintasan-lintasan tersebut terdapat anomali tahanan-jenis semu rendah yang didukung oleh pola melingkar anomali magnet rendah yang mengarah pada prospeksi untuk timbulnya mineralisasi (Marino, 1995). Hal ini akan sangat berhubungan erat dengan adanya emas di daerah prospek tersebut. Oleh karena itu

lintasan tersebut dipilih untuk dimodelkan. Hasil ditunjukkan dalam Gambar 5.1 sampai dengan 5.4.

Dari hasil pemodelan kemudian dilakukan interpretasi. Di sekitar lintasan 2 data tahanan-jenis tampak rendah dan menerus dari $n = 1$, hingga $n = 4$. Hal ini dapat diartikan bahwa batuan telah mengalami ubahan karena proses pelapukan atau demagnetisasi. Kemungkinan yang lebih besar, hal ini disebabkan oleh proses demagnetisasi, karena batuan tersebut terdapat hingga kedalaman sekitar 60 meter ($n = 4$). Bila kemungkinan ini bahwa demagnetisasi benar, maka daerah pada posisi tersebut pernah mengalami proses magmatisasi yang cukup menarik untuk terbentuknya mineralisasi di daerah tersebut.

Pada lintasan 8 tahanan-jenis tinggi juga tampak. Hal ini dapat diinterpretasikan sebagai batuan beku (intrusi) dengan kerentanan magnet yang tinggi. Kemungkinan adanya batuan andesit atau diorit ditandai oleh tahanan jenis tinggi. Hal ini dapat diduga bahwa pada intrusi batuan segar tersebut terdapat rekahan-rekahan yang mungkin terisi urat-urat kuarsa yang biasanya berasosiasi dengan adanya mineral emas.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil pemodelan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penafsiran kondisi geologi bawahpermukaan melalui pemodelan dua-dimensi menghasilkan gambaran yang lebih baik bila dibandingkan dengan interpretasi tanpa pemodelan karena pemodelan dengan menggunakan metode elemen hingga ini memasukkan pengaruh topografi.
2. Dari interpretasi hasil pemodelan terdapat tubuh batuan intrusi yang ditandai dengan harga tahanan-jenis tinggi yang diduga intrusi batuan diorit atau andesit segar dengan rekahan-rekahan yang potensial bagi terdapatnya mineral-mineral

kuarsa yang biasanya berasosiasi dengan adanya mineral emas. Hal ini juga berkorelasi dengan data magnet yang menunjukkan pola melingkar dari anomali magnet relatif tinggi.

3. Dari interpretasi hasil pemodelan terdapat sebaran harga tahanan-jenis rendah menerus ke bawah yang dapat diduga sebagai tubuh batuan yang telah mengalami proses demagnetisasi akibat pengaruh proses magmatisasi yang potensial bagi cebakan mineral dalam batuan dasar sedimen vulkanik. Hal ini berkorelasi dengan data magnet yang menunjukkan pola melingkar dari anomali magnet relatif rendah.
4. Dari hasil penafsiran diketahui daerah prospek adalah :
 - a) Lintasan 2 titik L2/50 dan L2/100
 - b) Lintasan 8 antara titik L8/100 - L8/150 dan antara L8/750 - L8/800
 - c) Lintasan 12 antara titik L12/300 - L12/400
 - d) Lintasan 13 antara titik L13/300 - L13/400

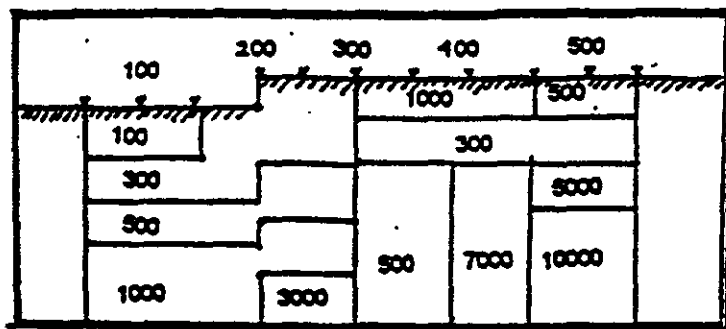
SARAN

Dari kesimpulan di atas disarankan untuk :

- a) Perlu dilakukan koreksi topografi pada data tahanan-jenis semu terukur.
- b) Perlu dilakukan pemboran uji untuk mengetahui keadaan bawah-permukaan hingga kedalaman lebih kurang 60 meter antara lain :
 - c) Pada L2 antara titik ukur L2/50 dan L2/100.
 - d) Pada L8 antara titik ukur L8/100-L8/150 dan L8/750- L8/800.
 - e) Pada L12 antara titik ukur L12/300 dan L12/400.
 - f) Pada L13 antara titik ukur L13/300 dan L13/400.

DAFTAR PUSTAKA

- Coggon, J.H., 1971, Electromagnetic And Electrical Modeling By The Finite Element, **Geophysics** v. 36, p. 132 - 155.
- Fox, R.C., Hohmann, G.W., Killpack T.J., Rijo, L., 1980, Topographics Effects In Resistivity And Induced-Polarization Surveys, **Geophysics** v.45, p.75- 93.
- Marino, dkk, 1995, **Penyelidikan Geofisika Atas Prospek Emas Pasir Paku, Kecamatan Panggarangan, Lebak Jawa Barat**, LGF.157 Departemen Pertambangan dan Energi Ditjen. Geologi dan Sumber Daya Mineral, Dit. Sumber Daya Mineral, Bandung
- Rijo, L., 1977, **Modeling Of Electric And Electromagnetic Data**, Ph.D. Thesis University of Utah.
- Sutisna, D.T., Kuntjara, U., Manurung, M., Gartiwa, I., **Penyelidikan Geologi dan Geokimia di Daerah Prospek Emas Pasir Paku dan Jatake Kecamatan Panggarangan, Kabupaten Lebak Jawa Barat**, Departemen Pertambangan dan Energi, Ditjen. Geologi dan Sumber Daya Mineral, Dit. Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E, Keys, D.A, 1976, **Applied Geophysics**, Cambridge University Press, Cambridge.
- Zienkiewics, O.C. Morgan, K, 1971, **The Finite Element Method in Engineering Science**, McGraw-Hill Book Co.



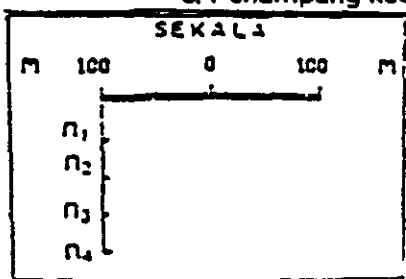
a. Penampang geologi dua-dimensi model lintasan 2



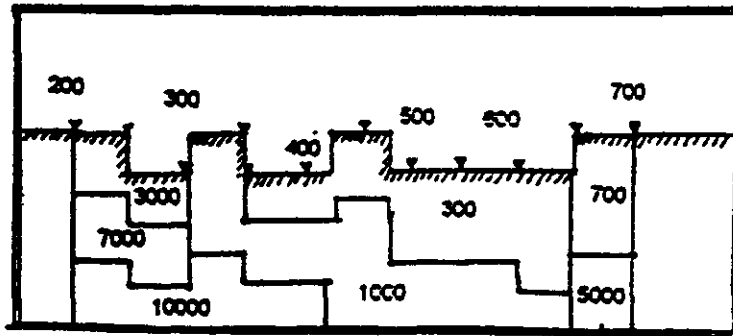
b. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pemodelan lintasan 2



c. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pengukuran lintasan 2



Gambar 5.1 Hasil pemodelan lintasan 2



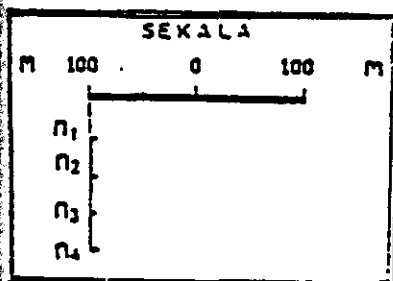
a. Penampang geologi dua-dimensi model lintasan 8



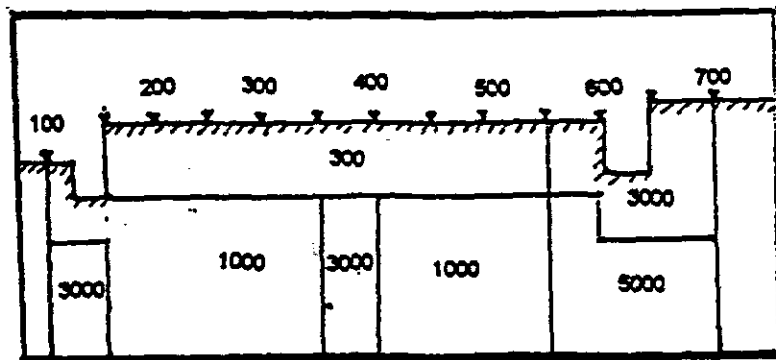
b. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pemodelan lintasan 8



c. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pengukuran lintasan 8



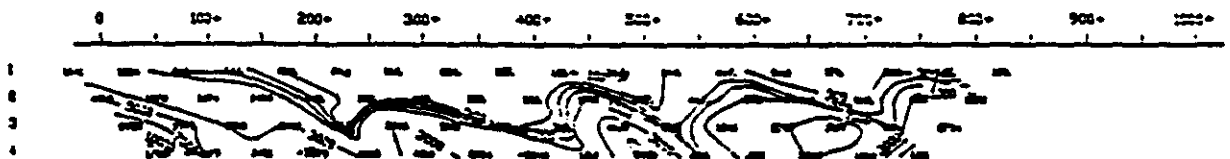
Gambar 5.2 Hasil pemodelan lintasan 8



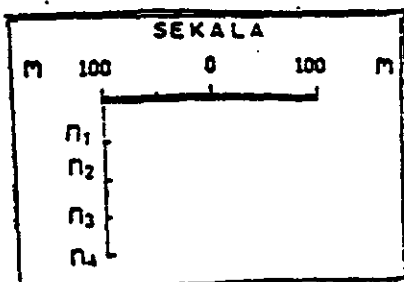
a. Penampang geologi dua-dimensi model lintasan 12



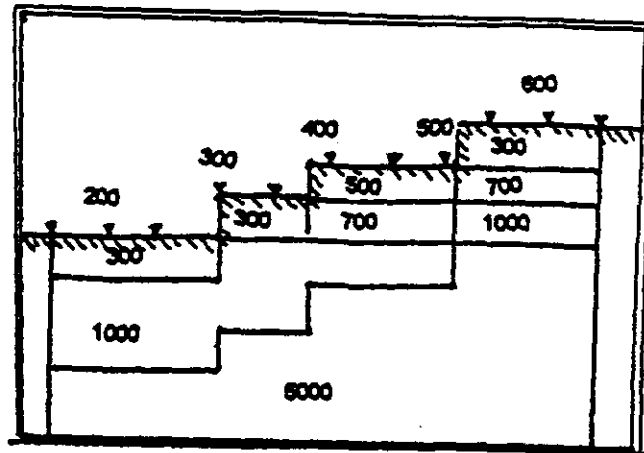
b. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pemodelan lintasan 12



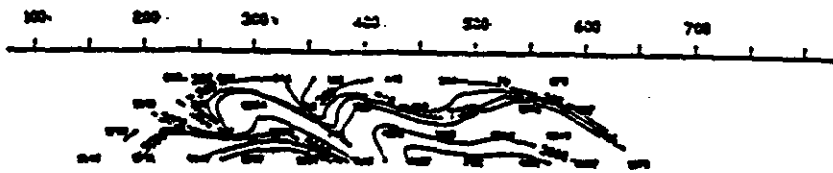
c. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pengukuran lintasan 12



Gambar 5.3 Hasil pemodelan lintasan 12



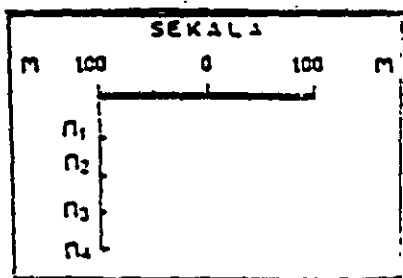
a. Penampang geologi dua-dimensi model lintasan 13



b. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pemodelan lintasan 13



c. Penampang kedalaman semu tahanan-jenis semu hasil pengukuran lintasan 13



Gambar 5.4 Hasil pemodelan lintasan 13